

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ НАХОЖДЕНИЯ МЕДИАНЫ НА ПРОЦЕССОРАХ С РАСШИРЕННЫМ НАБОРОМ КОМАНД SIMD

к.т.н., доцент Васильченко О.Г., асп. Сальников Д.В.

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г.Харьков
dmitrey.salnikov@gmail.com*

На текущий момент, ввиду своей эффективности, широкое распространение получили алгоритмы адаптивной цифровой фильтрации изображений на основе детекторов шума. Эту группу фильтров можно отнести к нелинейным фильтрам. Самым известным нелинейным цифровым фильтром является медианный фильтр. Он был предложен J.W.Tukey еще в 1974 году[1], но и до сих пор активно используется в цифровой обработке изображений как средство удаления импульсного шума и считается одним из самых результативных, хотя и используется на данный момент преимущественно как составная часть адаптивного фильтра, например ASWM[2].

Современные процессорные системы включают в себя специализированное ядро или сопроцессор для обработки аудио/видео потоков - набор векторных инструкций SIMD (англ. single instruction, multiple data — одиночный поток команд, множественный поток данных). Это комбинированный 64-ех и/или 128-ми битный набор команд NEON компании ARM или же SSE компании Intel.

Микропроцессоры ARM являются одними из самых популярных в области построения встраиваемых систем из-за своей компактности, дешевизны и не высокого энергопотребления. Сопроцессор обеспечивает качественную и быструю обработку данных. Поддерживается обработка до 16-ти 128-битных регистров или до 32-ух 64-битных за одну команду.

Задача оптимизации нахождения медианы на ПЛИС классически решается при помощи сортирующих сетей, что позволяет получить полностью конвейеризированный алгоритм с использованием 20-ти блоков сравнения-обмена[3] путем реализации сети изображенной на рисунке ниже.

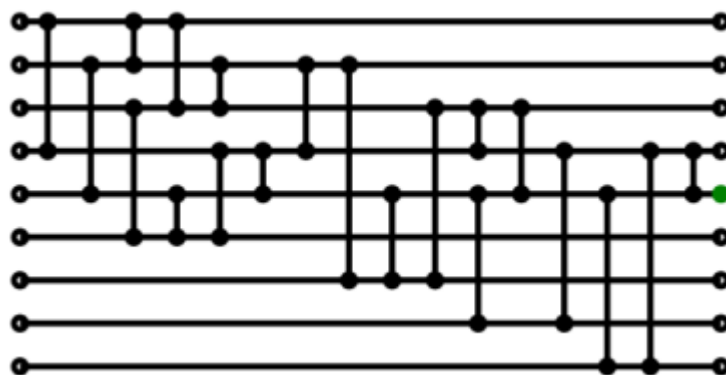


Рисунок 1 - Структура сортирующей сети

Такая структура позволяет избежать чрезмерного количества ветвлений и вызова подпрограмм в случае реализации на процессорных архитектурах, но только при фиксированном количестве операций на пиксель в течении обработки всего изображения.

Используя архитектуру ARM NEON можно реализовать нахождение медианы для 16 окон за итерацию цикла, при разрядности данных - 8 бит. Для реализации элемента сравнения обмена необходимы операции копирования (команда `vmovq`), нахождения минимума вектора (`vminq_u8`) и нахождения максимума (`vmaxq_u8`).

Таким образом для реализации необходимо 9 команд загрузки данных, $20 \times 3 = 60$ команд для реализации сети и команда сохранения результата в память, т.е. 70 команд на 16 обрабатываемых пикселей. Реализация сортирующих сетей на процессорах с SIMD командами позволяет добиться существенного ускорения в сравнении с методами оптимизации процедур сортировки. Дальнейший интерес представляет исследование методов оптимизации алгоритмов с недетерминированным количеством операций на пиксель.

Список литературы:

1. J. W. Tukey. Nonlinear (nonsuperimposable) methods for smoothing data. In Conf Rec., Eascon, 1974
2. Kai-Kuang, How-Lung Eng, Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter, IEEE TRANS. ON IMAGE PROCESSING, VOL.10, NO.2, 2001.
3. Codish, M., Cruz-Filipe, L., Frank, M., Schneider-Kamp, P.: Twenty-five comparators is optimal when sorting nine inputs (and twenty-nine for ten). In: ICTAI 2014, IEEE Computer Society (2014) 186–193